Iranian Journal of Field Crops Research
Homepage: https://jcesc.um.ac.ir

Research Article
Vol. 20, No. 2, Summer 2022, p. 197-215

Response of Sweet Basil (*Ocimum bacilicum* L.) to Different Nutritional Sources in Competition with Weeds

E. Moafi[1], F. Zaefarian[2*], V. Akbarpour[3], I. Mansouri[4]

Received: 26-09-2021 Revised: 01-02-2022 Accepted: 12-02-2022	**How to cite this article:** Moafi, E. Zaefarian, F., Akbarpour, V., and Mansouri, I. 2022. Response of Sweet Basil (*Ocimum bacilicum* L.) to Different Nutritional Sources in Competition with Weeds. Iranian Journal of Field Crops Research 20 (2): 197-215. (in Persian with English abstract). DOI: 10.22067/jcesc.2022.72703.1091.

Introduction

It is well accepted that application of chemical fertilizers contaminates the water and soil resources and reduces the quality of agricultural and medicinal products, which subsequently creates serious environmental issues. Currently, to improve soil fertility and have sustainable production, bio-fertilizers as an alternative to the chemical fertilizers have been widely applied. Product quality and production sustainability are very important parameters for medicinal products. In agricultural system, weeds are an inevitable part of the process which can negatively affect the production of the medicinal plant. Weeds can compete with medicinal plant for water, nutrient, light, space, and carbon dioxide access, which subsequently reduces quantitative and qualitative yields of the plant and increases crop yield losses. Therefore, this experiment was conducted to evaluate the effect of different fertilizer sources on biochemical traits of basil plant in control and non-control conditions with weeds.

Materials and Methods

This experiment was split plot based on randomized complete block design with three replicates and was conducted at Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Iran. The treatments consisted of competition between plants and weeds (weedy and weed free) as the main factor and sub factors were fertilizer sources as: 1- control (no fertilizer), 2- NPK fertilizer (urea fertilizer (100 kg ha^{-1}) + triple super triphosphate (100 kg ha^{-1}) + potassium sulfate (80 kg ha^{-1})), 3- humic acid (15 l ha^{-1}), 4- animal manure (20 ton ha^{-1}), 5- NPK fertilizer (urea fertilizer (50 kg ha^{-1}) + triple super triphosphate (50 kg ha^{-1}) + potassium sulfate (40 kg ha^{-1})) + humic acid (7.5 l ha^{-1}), 6- NPK fertilizer (urea fertilizer (50 kg ha^{-1}) + triple super triphosphate (50 kg ha^{-1}) + potassium sulfate (40 kg ha^{-1})) + animal manure (10 ton ha^{-1}), 7- animal manure (10 ton ha^{-1}) + humic acid (7.5 l ha^{-1}) and 8- spraying macro and micro elements. The predominant weeds identified in the field included velvetleaf (*Abutilon theophrasti*), sorghum (*Sorghum halepense*), euphorbia (*Euphorbia maculate*) and wild melon (*Cucumis melo.* Var. Agrestis).

Results and Discussion

The results showed that the biochemical traits such as total phenol, total flavonoid and antioxidant activities had significant increment in weed infestation compared to weed free condition. Based on the results, the highest total fresh weight in the first harvest (11527 kg ha^{-1}) and second harvest (15077 kg ha^{-1}) belonged to chemical fertilizer + humic acid treatment. Animal manure + humic acid treatment had the highest ($P < 0.05$) total dry weight in the first harvest (1822.3 kg ha^{-1}) and second harvest (2426.01 kg ha^{-1}) compared to other treatments.

1- MSc student of Agronomy, Faculty of Crop Sciences, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran
2- Associate Professor of Agronomy, Faculty of Crop Sciences, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran
3- Assistant Professor of Horticulture, Faculty of Crop Sciences, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran
4- Assistant Professor of Agronomy, Faculty of Crop Sciences, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran
(*- Corresponding Author Email: fa_zaefarian@yahoo.com)
DOI: 10.22067/jcesc.2022.72703.1091

According to the results, weed interference reduced ($P < 0.05$) the total fresh and dry weight of plant compared to weed control, where the total fresh and dry weight in the first harvest was decreased up to 50.31% and 42.29%, respectively and in the second harvest, up to 48.69% and 49.58%, respectively. Weeds density and biomass were affected by treatments, the highest weed density and biomass was observed by chemical treatments at the first and second stages of sampling, (49.33 and 36 plant.m^{-2}, and 188.25 and 155.25 g.m^{-2}, respectively).

Conclusion

Based on the results of current study, the integrated application of organic fertilizers had a positive effect on the production and biochemical traits in basil. Overall, the application of organic fertilizers reduces production costs and environmental pollution that can cause by the use of chemical fertilizers. Organic fertilizer also reduces weed dry weight which consequently decreases the damage caused by herbicides. Therefore, it can be suggested that organic fertilizers can be applied to produce healthy and sustainable products.

Keywords: Antioxidant activities, Competitive stress, Humic acid, Medicinal plant, Phenol

نشریه پژوهشهای زراعی ایران

Homepage: https://jcesc.um.ac.ir

مقاله پژوهشی

جلد ۲۰، شماره ۲، تابستان ۱٤۰۱، ص ۲۱۵-۱۹۷

پاسخ ریحان (*Ocimum bacilicum* L.) به منابع مختلف تغذیه‌ای در رقابت با علف‌های هرز

اسماعیل معافی[۱]، فائزه زعفریان[۲*]، وحید اکبرپور[۳]، ایران‌دخت منصوری[٤]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۷/۰۴

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۱/۲۳

چکیده

مطالعه جنبه‌های مختلف به‌زراعی گیاهان دارویی از جمله تغییرات کمی و کیفی این گیاهان در پاسخ به منابع تغذیه‌ای مختلف، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. لذا پژهش حاضر به‌منظور بررسی تغییرات کمی و کیفی گیاه ریحان به منابع مختلف تغذیه‌ای در مزرعه آموزشی و پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام در سال ۱۳۹۶ انجام شد. فاکتورهای آزمایش شامل عامل اصلی، رقابت گیاه زراعی و علف‌های هرز (در دو سطح وجین علف هرز و عدم وجین علف هرز) و عامل فرعی منابع کودی مختلف شامل: ۱- شاهد (بدون کود)، ۲- کود شیمیایی (اوره + سوپر فسفات تریپل + سولفات پتاسیم)، ۳- اسید هیومیک، ۴- کود حیوانی (از منبع گاوی) پوسیده، ۵- کود شیمیایی + اسید هیومیک، ۶- کود شیمیایی + کود حیوانی، ۷- کود حیوانی + اسید هیومیک و ۸- محلول‌پاشی NPK (20-20-20) + micro (Fe, Zn, Mn, B) بود. نتایج نشان داد که صفات فیتوشیمیایی از جمله فنل، فلاونوئید کل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی در شرایط وجود علف‌های هرز افزایش معنی‌داری را در هر دو چین نسبت به تیمار شاهد (عاری از علف هرز) نشان داد. بیشترین میزان وزن تر کل در چین اول (۱۱۵۲۷ کیلوگرم در هکتار) و چین دوم (۱۵۰۷۷ کیلوگرم در هکتار) مربوط به تیمار کود شیمیایی + اسید هیومیک بود؛ همچنین تیمار کود حیوانی + اسید هیومیک بیشترین وزن خشک کل در چین اول (۱۸۲۲/۳ کیلوگرم در هکتار) و چین دوم (۲۴۲۶/۰۱ کیلوگرم در هکتار) را به خود اختصاص داد. لازم به ذکر است که حضور علف‌های هرز موجب کاهش وزن تر و خشک کل نسبت به شرایط کنترل علف‌های هرز گردید؛ به گونه‌ای که عملکرد تر و خشک کل در چین اول به‌ترتیب به میزان ۵۰/۳۱ و ۴۲/۲۹ درصد و در چین دوم به‌ترتیب به میزان ۴۸/۶۹ و ۴۹/۵۸ درصد کاهش یافت. تیمارهای تغذیه‌ای روی تراکم و زیست‌توده‌ی علف‌های هرز تأثیر داشت؛ به‌طوری‌که در مرحله اول و دوم نمونه‌برداری، تیمار شیمیایی دارای بیشترین تراکم (به‌ترتیب ۴۹/۳۳ و ۳۶ بوته در متر مربع) و زیست توده علف‌های هرز (به‌ترتیب ۱۸۸/۲۵ و ۱۵۵/۲۵ گرم در متر مربع) بود. کاربرد تلفیقی کودهای آلی دارای تأثیر مثبت بر صفات مورد بررسی بود. در مجموع استفاده از کودهای آلی ضمن کاهش هزینه‌های تولید ناشی از مصرف کودهای شیمیایی، موجب کاهش وزن خشک علف‌های هرز و در پی آن کاهش خسارات ناشی از رقابت می‌شوند، به همین دلیل روش مناسبی برای تولید سالم و پایدار این‌گونه محصولات می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: اسید هیومیک، تنش رقابتی، فنل، فعالیت آنتی‌اکسیدانی، گیاهان دارویی

مقدمه

در عصر حاضر علی‌رغم افزایش چشمگیر کاربرد داروهای شیمیایی، گیاهان دارویی و داروهای حاصل از آن‌ها در مقیاس وسیعی مورد استفاده قرار می‌گیرند، به‌طوری که در برخی کشورها از اجزای جدایی‌ناپذیر درمان محسوب می‌شوند (Emad, 2008). هزینه‌های سرسام‌آور داروهای شیمیایی، داروسازها را به سمت استفاده از داروهای گیاهی سوق داده است (Najafpour Navaei and Shariat, 2017). ریحان با نام علمی *Ocimum bacilicum* L. یکی از مهم‌ترین گونه‌های اقتصادی تیره نعناع[۵] می‌باشد. این گیاه علاوه‌بر کاربرد در صنایع غذایی، داروسازی، دندانپزشکی و عطرسازی، در طب سنتی و مدرن نیز موارد استفاده بسیاری دارد؛ به‌طوری‌که مواد مؤثره پیکر رویشی این گیاه محتوای اشتهاآوری است که برای درمان نفخ،

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه زراعت، دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران

۲- دانشیار و عضو هیئت علمی گروه زراعت، دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران

۳- استادیار و عضو هیئت علمی گروه باغبانی، دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران

۴- استادیار و عضو هیئت علمی گروه زراعت، دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران

(*- نویسنده مسئول: Email: fa_zaefarian@yahoo.com)

DOI: 10.22067/jcesc.2022.72703.1091

5- Lamiaceae

تقویت دستگاه گوارش و تسکین حس خستگی استفاده می‌شود (Omidbaigi, 2000; Chalchat and Ozcan, 2008).

مطالعه جنبه‌های مختلف به‌زراعی گیاهان دارویی از جمله تغییرات کمی و کیفی این گیاهان در پاسخ به منابع تغذیه‌ای مختلف، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. تغذیه صحیح گیاهان دارویی همراه با رعایت اصول تولید ارگانیک، ضمن حفظ محیط‌زیست و استانداردهای بهداشتی مواد خام گیاهان دارویی سبب افزایش عملکرد کمی و کیفی مواد موثره در این گیاهان می‌شود (Sahoo, 2001). کودهای شیمیایی به‌عنوان یکی از عوامل تأثیرگذار بر عملکرد گیاهان دارویی مطرح می‌باشند، ولی استفاده زیاد از آن‌ها به‌ویژه هنگامی‌که با عملیات مدیریتی نامناسب مثل سوزاندن بقایای گیاهی همراه باشد، ماده آلی خاک را به شدت کاهش می‌دهد (Pirasteh Anosheh *et al.*, 2010). بنابراین، نیاز فوری به تثبیت و افزایش بهره‌وری از طریق استفاده صحیح کودهای آلی می‌تواند به غنی‌سازی خاک منطقه ریشه کمک کند. کودهای آلی به علت اثرات مفیدی که بر خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک دارند؛ یکی از ارکان مهم باروری خاک محسوب می‌شوند.

امروزه کاربرد کودهای آلی همچون اسید هیومیک برای بهبود و افزایش کمی و کیفی محصولات زراعی (El-Sherbeny *et al.*, 2012) و همچنین کاهش اثرات تنش‌های غیرزیستی (Turan *et al.*, 2011) در حال توسعه است. اسید هیومیک یک ترکیب پلیمری آلی و طبیعی است که در نتیجه پوسیدگی مواد آلی خاک، پیت، لیگنین و غیره به‌وجود می‌آید و می‌تواند جهت افزایش محصول و کیفیت آن به‌کار رود (Gad El-Hak *et al.*, 2012). نتایج تحقیقات حاکی از آن است که این ماده‌ی طبیعی با افزایش جذب و فراهمی عناصر غذایی نظیر نیتروژن، پتاسیم، فسفر، کلسیم، منگنز، روی و آهن (Yuan *et al.*, 2017)، موجب افزایش جذب آب، محتوای کلروفیل و انتقال مواد فتوسنتزی (Dolatabadi *et al.*, 2011) و در نتیجه باعث بهبود رشد و افزایش عملکرد گیاهان می‌شود. در همین ارتباط محققان نقش مثبت اسید هیومیک در افزایش وزن تر و خشک کاسبرگ چای ترش (*Hibiscus sabdariffa* L.) (Ahmad *et al.*, 2011)، و وزن تر و خشک ذرت (*Zea mays* L.) (Daur and Bakhashwain, 2013) گزارش کرده‌اند.

یکی دیگر از منابع کود آلی، کود دامی است. اثرات مثبت کود دامی بر باروری خاک، افزایش ماده آلی و غنی‌سازی خاک و در نهایت بهبود رشد و نمو گیاه، توسط محققین مختلف مورد تایید قرار گرفته است (Jalilian and Heidarzadeh, 2020). همچنین گزارش شده است که خاک‌هایی که کود حیوانی دریافت کردند، علاوه‌بر جمعیت میکروبی فعال‌تر و غنی‌تر، مقادیر فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم و نیترات قابل دسترس بیشتری نسبت به خاک‌هایی که با کودهای غیرآلی تغذیه شده‌اند، داشتند (Azeez *et al.*, 2010).

محققین گزارش نمودند با افزایش مصرف کود دامی تا ۳۰ تن در هکتار رشد و عملکرد زیره سیاه (*Bunium persicum* Boiss) افزایش یافت (Khorramdel *et al.*, 1979). در پژوهشی دیگر نتایج نشان داد که مصرف انواع نهاده‌های آلی (کود ورمی‌کمپوست و کمپوست زباله شهری) موجب بهبود عملکرد زیست‌توده، محتوی اسانس و عملکرد اسانس گیاه دارویی نعناع فلفلی (*Mentha piperita*) در مقایسه با کود شیمیایی و شاهد شد (Ayyobi *et al.*, 2014). در ارزیابی اثر سطوح کود دامی بر رشد و عملکرد بادرشبو (*Dracocephalum moldavica*) گزارش شد که با افزایش مصرف کود دامی از صفر به ۴۰ تن در هکتار به دلیل فراهمی عناصر غذایی کم‌مصرف و پرمصرف رشد و عملکرد تازه و خشک برگ به‌طور معنی‌داری افزایش یافت (Rahbarian, 2014). در مطالعه دیگری مشاهده شد که کاربرد کودهای آلی و زیستی نظیر ورمی‌کمپوست و سودوموناس به‌همراه بایوچار باعث افزایش کمیت و کیفیت گیاه ریحان شد (Charbandi *et al.*, 2021).

علف‌های هرز از یک سو به‌عنوان یکی از اجزای مکمل بوم‌نظام‌های کشاورزی و بخش جدایی‌ناپذیر در سامانه‌های کشاورزی محسوب شده و از سوی دیگر از جمله عوامل مهم محدودکننده افزایش تولیدات کشاورزی در کشورهای در حال توسعه می‌باشند، که با گیاه دارویی در دسترسی به آب، مواد غذایی، نور، فضا و دی‌اکسیدکربن رقابت کرده و سبب کاهش کمی و کیفی و افزایش تلفات عملکرد محصول می‌گردند (Kavurmaci *et al.*, 2010). در یک پژوهش، عملکرد دانه ذرت تحت شرایط رقابت با علف‌های هرز کاهش یافت (Dehghanian and Nasrollahzadeh, 2014; Hussain *et al.*, 2014). در بررسی تأثیر منابع کودی مختلف بر صفات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی رزماری (*Rosmarinus officinalis* L.) در رقابت با علف‌های هرز گزارش شد که علف‌های هرز در رقابت برای عناصر غذایی نظیر نیتروژن سبب کاهش دسترسی رزماری به مقدار کافی نیتروژن شده و از آن‌جایی‌که نیتروژن نقش اساسی در ساختمان کلروفیل‌ها دارد، رقابت با علف‌های هرز سبب کاهش میزان کلروفیل برگ‌ها شده است (Sadegh *et al.*, 2019).

با توجه به اهمیت و نقش گیاهان دارویی، نکته حائز اهمیت در تولید و پرورش این گیاهان دارویی ارزشمند، افزایش تولید زیست‌توده آن‌ها با کمترین میزان مصرف نهاده‌های شیمیایی اعم از کود یا سموم دفع آفات و علف‌های هرز می‌باشد. در نتیجه با توجه به موارد فوق هدف از این تحقیق بررسی اثر منابع کودی مختلف، بر صفات بیوشیمیایی و عملکرد گیاه ریحان در شرایط رقابت با علف‌های هرز می‌باشد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی تاثیر منابع کودی مختلف بر صفات بیوشیمیایی و عملکرد گیاه ریحان (*Ocimum bacilicum* L.) در شرایط رقابت با علف‌های هرز، آزمایشی به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سال ۱۳۹۶ اجرا گردید. فاکتورهای آزمایشی شامل عامل اصلی، رقابت گیاه زراعی و علف‌های هرز (در دو سطح وجود و عدم وجود علف هرز) و عامل فرعی منابع کودی شامل: ۱- شاهد (بدون کود)، ۲- کود شیمیایی (اوره (۱۰۰ کیلوگرم در هکتار) + سوپر فسفات تریپل (۱۰۰ کیلوگرم در هکتار) + سولفات پتاسیم (۸۰ کیلوگرم در هکتار))، ۳- اسید هیومیک (۱۵ لیتر در هکتار)، ۴- کود حیوانی پوسیده (۲۰ تن در هکتار)، ۵- کود شیمیایی (اوره ۵۰ کیلوگرم در هکتار + سوپر فسفات تریپل ۵۰ کیلوگرم در هکتار + سولفات پتاسیم ۴۰ کیلوگرم در هکتار) + اسید هیومیک (۷/۵ لیتر در هکتار)، ۶- کود شیمیایی (اوره ۵۰ کیلوگرم در هکتار + سوپر فسفات تریپل ۵۰ کیلوگرم در هکتار + سولفات پتاسیم ۴۰ کیلوگرم در هکتار) + کود حیوانی (۱۰ تن در هکتار)، ۷- کود حیوانی (۱۰ تن در هکتار) + اسید هیومیک (۷/۵ لیتر در هکتار) و ۸- محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی (آهن، روی، بر و منگنز) + نیتروژن-فسفر-پتاسیم (۲۰-۲۰-۲۰) بود که در سه تکرار در مزرعه‌ی تحقیقاتی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری با عرض جغرافیایی ۳۶° و ۴۲´ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۳° درجه و ۱۳´ دقیقه شرقی و میانگین ارتفاع از سطح دریا ۱۴ متر، در سال ۱۳۹۶ به اجرا درآمد.

پیش از آماده‌سازی زمین و اجرای آزمایش در مزرعه، از لایه سطحی خاک (عمق ۳۰ سانتی‌متر) نمونه‌برداری صورت گرفت و مهم‌ترین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن اندازه‌گیری شد، همچنین وضعیت عناصر غذایی کود دامی (از منبع گاوی) مورد استفاده نیز مشخص شد، که نتایج آن در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱- برخی از خصوصیات شیمیایی خاک مزرعه و کود دامی مورد استفاده در آزمایش

Table 1- Some of the chemical properties of field soil and used manure in experiment

بافت Texture	پتاسیم K (mg kg^{-1})	فسفر P (mg kg^{-1})	نیتروژن N (٪)	کربن آلی O.C (%)	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی EC (dS m^{-1})	نمونه Sample
رسی-سیلتی Clay-silty	252.6	13.45	0.13	1.26	7.31	1.74	خاک Soil
-	1.47(%)	0.49(%)	1.27	14.34	7.54	3.1	کود دامی Manure

کرت‌های فرعی این آزمایش به‌صورت ۲×۲ متر مربع با چهار خط کاشت که فاصله ردیف‌های کاشت از هم، ۵۰ سانتی‌متر و فاصله بوته‌های روی هر ردیف، ۵ سانتی‌متر بود و کرت‌های اصلی به ابعاد ۱۹/۵×۲ متر مربع بود، آماده‌سازی شدند. قبل از کاشت، کود دامی بسته به تیمار مورد نظر در کرت‌های مربوطه، اضافه شد. کود شیمیایی فسفر، پتاسیم و ۲/۳ نیتروژن همزمان با کاشت بذرها در کرت‌های مربوطه، به خاک اضافه شدند و مابقی کود شیمیایی نیتروژن به‌صورت سرک در زمان ۱۰-۸ برگی گیاه اعمال گردید. محلول‌پاشی عناصر ماکرو و میکرو، طی دو مرحله انجام شد. مرحله اول سه هفته بعد از کاشت (۶-۴ برگی) و مرحله دوم در زمان ۱۰-۸ برگی بود. تیمار اسید هیومیک نیز پس از ظهور گیاه (مرحله ۳-۲ برگی) به‌صورت محلول‌پاشی به کرت‌های مربوطه اضافه گردید. برای کاشت ریحان از بذور محلی منطقه مورد نظر استفاده گردید که به‌صورت مستقیم و در عمق یک سانتی‌متری زمین در تاریخ ۱۵ اردیبهشت ماه کاشته شد.

به‌منظور حصول تراکم مناسب (۴۰ بوته در متر مربع)، پس از استقرار کامل گیاه (زمانی که ارتفاع بوته‌ها ۱۰ سانتی‌متر شد) بوته‌های اضافی تنک گردید. علف‌های هرز غالب شناسایی شده در مزرعه شامل گاوپنبه (*Abutilon theophrasti*)، قیاق (*Sorghum halepense*)، فرفیون (*Euphorbia maculate*) و خربزه وحشی (*Cucumis melo* var. *agrestis*) بودند. عملیات وجین علف‌های هرز در کرت‌های مورد نظر به‌صورت دستی و هر هفته به محض رویت شدن علف هرز انجام گردید. در ابتدای دوره رشد جهت استقرار مناسب بوته‌ها، هر دو روز یک‌بار آبیاری سبک انجام شد و پس از آن آبیاری به روش غرقابی و به‌صورت هفتگی انجام گردید. برداشت به‌صورت دو چین به مساحت ۱ متر مربع و با در نظر گرفتن اثر حاشیه‌ای صورت پذیرفت. چین اول در اوایل تیرماه و چین دوم در اواخر شهریورماه انجام شد. برای محاسبه عملکرد نهایی در هر چین (برداشت)، نمونه‌های مورد نظر از ارتفاع ده سانتی‌متری زمین کف‌بر شده و نمونه‌ها به تفکیک برگ و ساقه توسط ترازوی دقیق دیجیتالی وزن شدند و بدین‌ترتیب مقدار وزن تر آن‌ها تعیین گردید. سپس برای تعیین وزن خشک، نمونه‌ها به‌مدت ۴۸ ساعت به آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد منتقل شدند و در نهایت توسط ترازوی دیجیتالی توزین گردیدند.

مقدار فنل کل با استفاده از روش فولین-سیکالتیو (Oracz *et al.*, 2007) محاسبه و برای تعیین مقدار فلاونوئید از روش رنگ‌سنجی

اسـتفاده گردیـد (Chang *et al.*, 2002). همچنـین فعالیـت آنتی‌اکسیدانی عصاره‌ها با استفاده از روش اندازه‌گیری کاهش ظرفیت رادیکالی ۲-۲ دی‌فنیل-۱- پیکریل هیدرازیل (DPPH) مورد ارزیابی قرار گرفت (Burits and Bucar, 2000) که همگی ایـن صـفات در مرحله گلدهی نمونه‌برداری و اندازه‌گیری شدند. همچنـین، بـه‌منظـور اندازه‌گیری اسانس، در مرحله گلدهی مقدار ۲۰ گرم از سرشـاخه‌هـای گلدار تولید شده در هـر بوتـه انتخـاب و اسـانس آن توسـط دسـتگاه کلونجر با استفاده از روش تقطیر با آب انـدازه‌گیـری شـد. بـه‌منظـور بررسی میزان تغییرات تراکم و ماده خشک علف‌های هـرز، دو مرحلـه نمونه‌برداری همزمان با نمونه‌برداری از ریحان انجام شد. بدین منظور از کوادرات ۵۰×۵۰ سانتی‌متر مربع در هر کـرت بـه‌صـورت تصـادفی استفاده شد و بوته‌های علف‌های هرز در هـر کـوادرات، در حـد گونـه شناسایی و سپس نمونه‌های مربوط به هر کرت در داخل پاکـت‌هـایی قرار داده شده و به‌مدت ۷۲ ساعت در دمای ۷۰ درجه سـانتی‌گـراد در آون نگهداری و خشک شد و سپس توزین گردید.

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آمـاری SAS (Ver. 9.4) انجام شده و برای رسم نمودارهـا از نـرم‌افـزار Excel (2010) استفاده گردید. مقایسه میانگین‌ها نیز از طریق آزمون LSD در سـطح احتمال پنج درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

فنل کل

تجزیه واریانس داده‌های مورد بررسی نشان داد کـه اثـر سـاده و متقابل منابع کودی و علف‌های هرز بر میزان فنل کل در هر دو چین تاثیر معنی‌داری داشت (جدول ۲). به‌طوری‌که در چین اول تیمار کـود حیوانی + اسید هیومیک بدون وجین (۴۲/۵۵ میلی‌گرم در گـرم بـرگ خشک) حاوی بیشترین میزان فنل کل بود؛ در حالی کمتـرین میـزان فنل کل در تیمار شاهد (۹/۸۲ میلی‌گرم در گـرم بـرگ خشـک) و در شرایط کنترل علف هرز مشاهده شد (جدول ۳). بیشینه و کمینه میزان فنل در چین دوم نیز به‌ترتیب در تیمار کود حیوانی + اسـید هیومیـک بدون وجین (۳۷/۲۱ میلی‌گرم در گرم برگ خشک) و شـاهد بـاوجین (۷/۴۸ میلی‌گرم در گرم برگ خشک) به‌دست آمد (جدول ۳). البتـه در هر دو چین بین سه تیمار کود حیوانی + اسید هیومیک بی‌وجین، کود حیوانی + اسید هیومیک باوجین و نیز کود شیمیایی بی‌وجین تفـاوتی از لحاظ آماری مشاهده نگردید (جدول ۳). کاربرد کودهای آلی به‌دلیل افزایش دسترسی گیاه بـه مـواد غـذایی مخصوصـا کـربن و نیتـروژن موجب افزایش تولید ترکیبات فنلی مـی‌گـردد (Ghorbanali *et al.*, 2011). با استناد به نتایج به‌دست آمده، چین اول میزان فنل بیشتری نسبت به چین دوم تولید کرد (جدول ۳).

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر تیمارهای آزمایش بر صفات بیوشیمیایی ریحان طی دو چین

Table 2- Analysis of variance of the effects of experimental treatments on biochemical traits of basil in two harvests

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی d.f	فنل کل Total phenol		فلاونوئید کل Total flavonoids		فعالیت آنتی‌اکسیدانی Antioxidant activity	
		چین ۱ Harvest 1	چین ۲ Harvest 2	چین ۱ Harvest 1	چین ۲ Harvest 2	چین ۱ Harvest 1	چین ۲ Harvest 2
بلوک Block	2	7.67	7.35	8.83	10.34	6.77	10.91
علف‌های هرز (A) Weeds (A)	1	814.002**	889.81**	308.18*	341.33**	284.47*	314.43*
خطای (a) Error (a)	2	5.30	4.27	3.70	3.17	4.81	6.77
منابع کودی (B) Fertilizer sources (B)	7	393.38**	419.74**	99.84**	113.84**	662.61**	632.90**
A×B	7	27.36**	33.60**	8.14**	5.27*	14.37**	19.52**
خطا آزمایش Error	28	6.76	6.69	2.26	2.20	5.11	5.10
ضریب تغییرات (C.V.)	-	11.3	9.2	10.9	7.9	4.2	3.4

* و **: به‌ترتیب نشان‌دهنده معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد می‌باشد.

* and **: are significant at 5 and 1% probability levels, respectively.

فلاونوئید

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها، نشان داد کـه اثـر سـاده و برهمکنش منابع کودی مختلف و علف‌های هرز بر میزان فلاونوئید در هر دو چین معنی‌دار گردید (جدول ۲).

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر تیمارهای آزمایش بر صفات بیوشیمیایی ریحان طی دو چین

Table 3- Mean comparison of the effects of experimental treatments on biochemical traits of basil in two harvest

Treatment تیمار		فنل کل Total phenol (mg g^{-1} dw)		فلاونوئید کل Total flavonoids (mg g^{-1} dw)		فعالیت آنتی‌اکسیدانی Antioxidant activity (%)	
علف‌های هرز Weeds	Fertilizer sources منابع کودی	چین ۱ Harvest 1	چین ۲ Harvest 2	چین ۱ Harvest 1	چین ۲ Harvest 2	چین ۱ Harvest 1	چین ۲ Harvest 2
با وجین Weed free	Control شاهد	9.82 j	7.48 j	9.08 f	6.08 f	43 g	31.53 g
	Chemical NPK NPK کود شیمیایی	35.83 bc	30.49 bc	19.83 c	14.70 c	74.66 b	63.19 b
	Humic acid اسید هیومیک	17.98 hi	10.31 ij	15.55 d	8.95 de	57.66 ef	46.19 e
	Animal manure کود حیوانی	15.65 i	20.54 ef	14.58 de	9.45 de	61.53 de	50.06 d
	NPK + Humic acid اسید هیومیک+NPK	24.90 f	19.56 f	16.66 d	11.54 d	70.46 c	58.99 c
	NPK+ کود حیوانی NPK + Animal manure	25.87 ef	12.65 hi	14.08 de	10.43 d	63 d	51.53 d
	محلول‌پاشی عناصر ماکرو و میکرو Macro and micro elements	20.04 gh	15.06 gh	14.91 de	9.79 de	56 f	44.53 ed
	کود حیوانی + اسید هیومیک Animal manure + Humic acid	40.02 ab	34.69 ab	24.25 b	19.12 b	80.33 a	68.86 a
بدون وجین Weedy	Control شاهد	24.60 fg	19.26 fg	12.19 e	7.06 ef	55 f	41.53 f
	Chemical NPK NPK کود شیمیایی	41.19 a	35.85 a	24.8 ab	19.68 ab	76 b	64.53 b
	Humic acid اسید هیومیک	29.57 de	24.62 de	19.50 c	14.37 c	65 d	53.53 d
	Animal manure کود حیوانی	29.96 de	30.51 bc	21.38 c	16.26 c	63.59 d	52.12 d
	NPK + Humic acid اسید هیومیک+NPK	31.60 cd	26.26 cd	24.22 b	19.09 b	73.68 bc	62.21 bc
	NPK+ کود حیوانی NPK + Animal manure	35.85 bc	24.23 de	21.11 c	15.98 c	70 c	58.53 c
	محلول‌پاشی عناصر ماکرو و میکرو Macro and micro elements	24.07 fg	18.73 fg	21.36 c	16.23 c	61.66 d	50.19 d
	کود حیوانی + اسید هیومیک Animal manure + Humic acid	42.55 a	37.21 a	27.05 a	21.93 a	82.66 a	71.19 a

در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، از نظر آماری با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد با یکدیگر تفاوت معنی‌دار ندارند.

Means which follow the same letter are not statistically different at 5% probability level based on LSD test.

در چین اول تمام تیمارهای کودی باعث افزایش میزان فلاونوئید کل نسبت به تیمار شاهد شدند. در این چین بیشینه فلاونوئید کل مربوط به تیمار کود حیوانی + اسید هیومیک بدون وجین (۲۷/۰۵ میلی‌گرم در گرم برگ خشک) بود که با تیمار شیمیایی در شرایط تداخل علف هرز تفاوت آماری چندانی نشان نداد (جدول ۳). تیمار شاهد با وجین (۹/۰۸ میلی‌گرم در گرم برگ خشک) کمینه فلاونوئید کل را به خود اختصاص داد (جدول ۳)، در چین دوم نیز بیشترین افزایش مربوط به تیمار کود حیوانی + اسید هیومیک بدون وجین (۲۱/۹۳ میلی‌گرم در گرم برگ خشک) بود؛ درحالی‌که کمترین میزان فلاونوئید کل مربوط به تیمار شاهد با وجین (۶/۰۸ میلی‌گرم در گرم برگ خشک) بود (جدول ۳). لازم به ذکر است که در این چین نیز بین دو تیمار کود حیوانی + اسید هیومیک بدون وجین و کود شیمیایی بدون وجین تفاوتی از لحاظ آماری مشاهده نگردید (جدول ۳). همچنین دو تیمار شاهد با وجین و شاهد بی وجین نیز تفاوت چندانی را از لحاظ آماری نشان ندادند (جدول ۳). شایان ذکر است که میزان فلاونوئید کل در چین اول بیشتر از چین دوم بود (جدول ۳).

میزان فنل کل و فلاونوئید کل در هر دو چین متاثر از منابع کودی و شرایط رقابتی و برهمکنش این دو عامل قرار گرفت؛ اما در نهایت تیمار کود حیوانی + اسید هیومیک در شرایط حضور علف‌های هرز بالاترین میزان فنل کل و فلاونوئید کل را داشت. به‌نظر می‌رسد استفاده از کودهای آلی از طریق افزایش کربن آلی و نیتروژن خاک باعث افزایش دسترسی گیاه به مواد غذایی می‌شوند که این امر موجب افزایش فتوسنتز و تخصیص پیش‌نیازهای لازم برای بیوسنتز متابولیت‌های ثانویه، و در نتیجه افزایش تولید ترکیبات فنلی می‌شود

(Ghorbanali *et al.*, 2011). تهیه منابع مورد نیاز برای متابولیسم اولیه گیاهان ارتباط تنگاتنگی با بیوسنتز متابولیت‌های ثانویه در مسیرهای بیوشیمیایی داشته و افزایش رشد و نمو گیاهان همراه با بهبود کارآیی فتوسنتز، عرضه متابولیت‌ها و سوبستراهای لازم برای مسیرهای متابولیسمی ثانویه را افزایش داده و منجر به تولید بهینه ترکیبات مذکور می‌گردد (Vojodi Mehrabani *et al.*, 2017). بر اساس دو فرضیه تعادل کربن به مواد معدنی و فرضیه تمایز رشد، رابطه دوطرفه بین متابولیسم اولیه و ثانویه اثبات شده است (Mckey, 1979). لذا افزایش عناصر غذایی در خاک تیمار شده با کودهای آلی نظیر کود حیوانی احتمالاً منجر به افزایش میزان فتوسنتز خالص در گیاه و در نتیجه افزایش فعالیت آنزیم‌های درگیر با بیوسنتز نشاسته و پروتئین در سنتز ترکیبات ثانویه می‌گردد (Mullera *et al.*, 2013). محققین گزارش کردند که کاربرد کود آلی با افزایش ماده آلی خاک و همچنین قابلیت دسترسی گیاه به عناصر غذایی بیشتر، باعث افزایش فنل در گیاه ریحان شد (Nguyen *et al.*, 2010).

همچنین با توجه به نتایج به‌دست آمده مشخص شد که میزان ترکیبات فنلی با حضور علف‌های هرز افزایش یافت. گیاهان برای مقابله با تداخل شدید علف‌های مهاجم و اکسیژن‌های فعالی که در شرایط تنش به‌وجود می‌آیند؛ سازوکارهای دفاعی خاصی را از قبیل افزایش غلظت فنل کل به‌کار می‌گیرند تا به گیاه کمتر آسیب وارد شود (Fathi *et al.*, 2016) که با نتایج سایر پژوهشگران مطابقت دارد (Peterson *et al.*, 2001; Valifard *et al.*, 2014). در آزمایشی روی برخی ارقام نخود (*Cicer arietinum*)، گزارش شد که در شرایط تداخل علف هرز کمبود آب و مواد غذایی باعث افزایش مقدار ترکیبات فنلی می‌شود، اما در شرایط عدم تداخل پاسخ ارقام متفاوت بود (Fathi *et al.*, 2016). افزایش میزان فلاونوئید در شرایط رقابتی می‌تواند به‌دلیل فعال شدن مکانسیم دفاعی در برابر تنش ایجاد شده باشد.

فعالیت آنتی‌اکسیدانی

همانطور که در جدول ۲ آمده است، اثرات متقابل منابع کودی و علف هرز در هر دو چین، بر میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی تاثیر معنی‌داری داشت. تیمار تلفیق کود حیوانی + اسید هیومیک بی وجین در چین اول (۸۲/۶۶٪) و چین دوم (۷۱/۱۹٪) بیشترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی را دارا بود و کمترین درصد فعالیت آنتی‌اکسیدانی در چین اول (۴۳٪) و چین دوم (۳۱/۵۳٪) مربوط به تیمار شاهد با وجین بوده است (جدول ۳). شایان ذکر است که تیمار کود حیوانی + اسید هیومیک و همچنین تیمار شیمیایی در هر دو شرایط حضور و عدم حضور علف‌های هرز تفاوت معنی‌داری از لحاظ آماری نشان ندادند (جدول ۳).

به نظر می‌رسد که تلفیق کود حیوانی به همراه اسید هیومیک احتمالاً با افزایش تاثیر مثبت بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک و افزایش ماده آلی خاک و همچنین قابلیت دسترسی گیاه به عناصر غذایی بیشتر (Nourihoseini *et al.*, 2016)، باعث افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدان در گیاه ریحان شده است. در تایید این نتایج سایر پژوهشگران نیز گزارش کردند در گیاه دارویی آویشن دنایی (*Thymus deanensis* Celak.) بیشترین میزان فعالیت آنتی‌اکسیدان از تیمار کود دامی به‌دست آمد(Emami Bistgani *et al.*, 2015). در آزمایشی که در رابطه با تأثیر اسید هیومیک بر فعالیت آنتی‌اکسیدانی و کیفیت میوه‌ی فلفل (*Capsicum frutesens*) انجام شد، میزان فنل کل تحت تأثیر اسید هیومیک قرار نگرفت، ولی فلاونوئید و فعالیت آنتی‌اکسیدانی تحت تأثیر این تیمار افزایش یافت (Aminifard *et al.*, 2012).

بر اساس نتایج حاصل شده از پژوهش، در شرایط رقابت با علف‌های هرز میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی ریحان افزایش یافت. لذا، به نظر می‌رسد یک رابطه جایگزینی بین رشد گیاه و تولید متابولیت‌های ثانویه وجود دارد و در شرایط نامساعد محیطی میزان رشد کاهش ولی میزان متابولیت‌های ثانویه افزایش می‌یابند (Herms and Mattson, 1992). از سوی دیگر، یکی از دلایل کاهش رشد گیاهان در حضور ترکیبات دگرآسیب علف‌های هرز، تولید انواع رادیکال‌های آزاد اکسیژن در گیاهان هدف تحت تاثیر سمیت گیاهان دگرآسیب است که ترکیبات آنتی‌اکسیدان قادرند محیط سلول و غشای سلولی را از آسیب‌های رادیکال‌های آزاد مصون دارند. محققین بیان داشتند که حضور ترکیبات آللوپاتیک سبب افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان در گیاهچه‌های هدف می‌شود، زیرا این آنزیم‌ها با حذف رادیکال‌های آزاد اکسیژن محیط سلول را از اثرات زیان‌بار این رادیکال‌ها حفظ می‌کنند (Faramarzi and Ahmadi, 2015). اما آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان نیز مانند سایر ترکیبات پروتئینی تحت تاثیر غلظت بالای ترکیبات آللوپاتیک قرار گرفته و فعالیت آن‌ها کاهش می‌یابد (Lorenzo *et al.*, 2011).

وزن تر و خشک برگ و ساقه

همانطور که در جدول تجزیه واریانس (جدول ۴) نشان داده شده، اثر ساده کودهای مختلف و همچنین علف هرز بر وزن تر و خشک برگ ریحان طی هر دو مرحله برداشت در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار بود. با توجه به نتایج جدول ۵ کلیه تیمارهای کودی مورد بررسی در چین اول و دوم (به‌جز تیمار اسید هیومیک در چین اول که تفاوت معنی‌داری با شاهد از نظر وزن تر و خشک برگ نداشته است) باعث افزایش وزن تر برگ نسبت به شاهد شدند که در بین تیمارهای کودی بیشترین وزن تر برگ در چین اول مربوط به تیمار کود

شیمیایی + اسید هیومیک (۶۹۵۳/۶۲ کیلوگرم در هکتار) بود که از لحاظ آماری با تیمارهای تلفیق کود حیوانی + اسید هیومیک، تلفیق کود شیمیایی + کود حیوانی و تیمار کود حیوانی تفاوت چندانی نداشت (جدول ۵). در چین دوم نیز تیمار کود شیمیایی + اسید هیومیک (۷۳۶۶/۷۴ کیلوگرم در هکتار) دارای بیشترین میزان وزن تر برگ بود که با تیمارهای تلفیق کود حیوانی + اسید هیومیک، تلفیق کود شیمیایی + کود حیوانی و همین‌طور تیمار کود حیوانی تفاوت چندانی را از لحاظ آماری نشان نداد (جدول ۵). عدم تداخل علف هرز موجب افزایش چشمگیر وزن تر برگ طی هر دو مرحله برداشت نسبت به شرایط حضور علف هرز گردید (جدول ۵).

بیشینه و کمینه میزان وزن خشک برگ ریحان در چین اول به‌ترتیب مربوط به تیمار تلفیق کود حیوانی + اسید هیومیک (۹۸۶/۰۳ کیلوگرم در هکتار) و شاهد (۴۳۸/۲۷ کیلوگرم در هکتار) بود که از لحاظ آماری بین تیمارهای کود حیوانی + اسید هیومیک، کود حیوانی، کود شیمیایی + کود حیوانی، کود شیمیایی + اسید هیومیک و تیمار کود شیمیایی تفاوت چندانی مشاهده نگردید (جدول ۵). در چین دوم تیمار کود حیوانی بیشترین میزان وزن خشک برگ (۱۰۰۷/۹ کیلوگرم در هکتار) را به خود اختصاص داد هرچند که با تیمارهای کود حیوانی + اسید هیومیک، کود شیمیایی + کود حیوانی و تیمار کود شیمیایی + اسید هیومیک در یک گروه آماری قرار گرفت (جدول ۵). وجین علف‌های هرز در چین اول (۱۰۲۲/۹۰ کیلوگرم در هکتار) و دوم (۱۱۲۵/۹۸ کیلوگرم در هکتار) میزان وزن خشک گیاه را به‌طور معنی‌داری نسبت به شرایط عدم کنترل علف‌های هرز افزایش داد (جدول ۵).

جدول ٤- تجزیه واریانس اثر تیمارهای آزمایش بر وزن تر و خشک برگ ریحان طی دو چین

Table 4- Analysis of variance of the effects of experimental treatments on leaf fresh and dry weight of basil in two harvests

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی d.f	وزن تر برگ Leaf fresh weight		وزن خشک برگ Leaf dry weight	
		چین ۱ Harvest 1	چین ۲ Harvest 2	چین ۱ Harvest 1	چین ۲ Harvest 2
Block بلوک	2	45317.1	261700.0	1016.70	14604.73
علف‌های هرز (A) Weeds (A)	1	153560537.3**	165391875.0**	2036837.36*	2955665.02**
خطای (a) Error (a)	2	991914.6	714700.0	50863.05	9263.45
منابع کودی (B) Fertilizer sources (B)	7	16227471.9**	12522103.6**	203456.73**	63120.93**
A×B	7	3714381.8ns	2996636.9ns	29965.72ns	28839.04ns
Error خطا آزمایش	28	1787500.2	1819752.4	15892.39	13391.99
ضریب تغییرات (C.V.)	-	26.3	24.0	15.4	13.2

ns، * و **: به‌ترتیب نشان‌دهنده غیرمعنی‌داری و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد می‌باشد.

ns, * and **: are non-significant and significant at 5 and 1% probability levels, respectively.

نتایج تجزیه واریانس مبین این مطلب بود که وزن تر و خشک ساقه ریحان در هر دو چین تحت تاثیر اثر ساده بین تیمارها قرار گرفت؛ اما اثر متقابل دو عامل فوق اثر معنی‌داری بر این صفت نداشت (جدول ۶). بر اساس نتایج، حداکثر وزن تر ساقه ریحان در چین اول مربوط به تیمارهای کود حیوانی + اسید هیومیک (۵۱۴۰ کیلوگرم در هکتار) بود (جدول ۷)؛ که با تیمارهای کود حیوانی، کود شیمیایی + کود حیوانی، کود شیمیایی + اسید هیومیک و همچنین محلول‌پاشی عناصر ماکرو و میکرو تفاوت معنی‌داری از لحاظ آماری نشان نداد (جدول ۷). همچنین زمانی‌که کودی مصرف نشده بود (۱۲۵۰ کیلوگرم در هکتار) وزن تر ساقه نسبت به اعمال کود (سایر تیمارهای کودی) کمتر بود (جدول ۷). در چین دوم تیمار تلفیقی کود شیمیایی + اسید هیومیک (۷۷۱۰ کیلوگرم در هکتار) بیشترین میزان وزن تر ساقه را دارا بود؛ که با تیمارهای کود حیوانی + اسید هیومیک، کود حیوانی، کود شیمیایی + کود حیوانی، محلول‌پاشی عناصر ماکرو و میکرو و همچنین تیمار کود شیمیایی تفاوت چندانی را از لحاظ آماری نشان نداد (جدول ۷). عدم کنترل علف هرز در چین اول و دوم به‌ترتیب موجب کاهش ۴۷/۸۳ و ۴۷/۷۴ درصدی وزن تر ساقه نسبت به حالت وجین علف هرز گردید (جدول ۷).

بیشترین وزن خشک ساقه در چین اول مربوط به تیمار تلفیقی کود حیوانی به همراه اسید هیومیک به میزان ۸۳۶/۲۳ کیلوگرم در هکتار و پس از آن در تیمارهای کود شیمیایی + اسید هیومیک و کود شیمیایی + کود حیوانی ملاحظه شد (جدول ۸). شایان ذکر است که کمترین میزان در تیمار شاهد به میزان ۱۹۰/۵۳ کیلوگرم در هکتار مشاهده شد (جدول ۸). در چین دوم، بیشترین وزن خشک ساقه در

تیمار تلفیقی کود حیوانی + اسید هیومیک (۱۴۷۱/۸۰ کیلوگرم در هکتار) مشاهده شد. در این مرحله بین تمامی تیمارها بجز اسید هیومیک و شاهد تفاوت معنی‌داری ملاحظه نشد (جدول ۸). حضور علف‌های هرز باعث کاهش ۴۴/۹۸ (چین اول) و ۵۳/۲۳ درصدی (چین دوم) وزن خشک ساقه نسبت به حالت وجین شده گردید.

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر تیمارهای آزمایش بر وزن تر و خشک برگ ریحان طی دو چین

Table 5- Mean comparison of the effects of experimental treatments on leaf fresh and dry weight of basil in two harvests

	تیمار Treatment	وزن تر برگ Leaf fresh weight (kg ha-1) چین ۱ Harvest 1	چین ۲ Harvest 2	وزن خشک برگ Leaf dry weight (kg ha-1) چین ۱ Harvest 1	چین ۲ Harvest 2
منابع کودی Fertilizer sources	Control شاهد	2067.12 c	3313.03 c	438.27 d	708.90 d
	Chemical NPK NPK کود شیمیایی	5177.10 b	5640.11 b	848.67 ab	848.23 bc
	Humic acid اسید هیومیک	3284.51 c	3686.72 c	662.17 c	764.83 cd
	Animal manure کود حیوانی	5946.92 ab	6410.13 ab	982.20 a	1007.90 a
	NPK + Humic acid اسید هیومیک +NPK	6953.62 a	7366.74 a	893.83 ab	934.57 ab
	NPK+ کود حیوانی NPK + Animal manure	5880.23 ab	6293.35 ab	901.60 ab	948.50 ab
	محلول‌پاشی عناصر ماکرو و میکرو Macro and micro elements	4913.81 b	5406.74 b	822.47 b	855.57 bc
	کود حیوانی + اسید هیومیک Animal manure + Humic acid	6380.54 ab	6793.32 ab	986.03 a	954.20 ab
علف‌های هرز Weeds	Weed free با وجین	6864.12 a	7470.16 a	1022.90 a	1125.98 a
	Weedy بدون وجین	3286.82 b	3757.55 b	610.91 b	629.69 b

در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در هر تیمار، از نظر آماری با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد با یکدیگر تفاوت معنی‌دار ندارند.

Means which follow the same letter are not statistically different at 5% probability level based on LSD test.

طبق نتایج به‌دست آمده اثر ساده منابع کودی و علف هرز بر وزن تر و خشک برگ و ساقه و همچنین عملکرد تر و خشک کل ریحان تاثیر معنی‌داری داشت. هرچند مصرف اسید هیومیک به‌تنهایی تاثیر چندانی روی وزن تر و خشک ساقه نداشت اما تلفیق این کود با کود حیوانی بسیار تاثیرگذار بود. یافته‌های پژوهشگران حاکی از آن است که کاربرد سیستم تغذیه تلفیقی در گیاهان با تأثیر بر جذب عناصر غذایی مورد نیاز گیاه، افزایش فتوسنتز و رشد گیاه و همچنین بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در جهت جذب بهتر و بیشتر آب و عناصر مورد نیاز گیاهان، موجب افزایش عملکرد کمی و کیفی گیاه می‌گردد (Yang *et al.*, 2005). تاثیر مثبت اسید هیومیک بر ویژگی‌های رشدی ممکن است توسط چندین فرضیه، از جمله تشکیل چندین کمپلکس بین اسید هیومیک و یون‌های معدنی، تجزیه اسید هیومیک به آنزیم‌های رشدی، نقش اسید هیومیک بر تنفس و فتوسنتز (Ahmad *et al.*, 2011) و تحریک فعالیت هورمون‌ها (El-Sherbeny *et al.*, 2012) قابل توجیه باشد. این اسید به‌صورت مستقیم و غیرمستقیم بر رشد گیاهان اثر می‌گذارد و مزایای فراوانی برای محصول دارد (Rajpar *et al.*, 2011). در همین ارتباط محققان نقش مثبت اسید هیومیک را در افزایش وزن تر و خشک کاسبرگ چای ترش (*Hibiscus sabdariffa* L.) (Ahmad *et al.*, 2011)، وزن تر برگ خیار (*Cucumis sativus* L.) (El-Nemr *et al.*, 2012) و وزن تر و خشک ذرت (Daur and Bakhashwain, 2013) گزارش کرده‌اند. عملکرد تر و خشک ریحان در شرایط رقابت با علف‌های هرز کاهش قابل ملاحظه داشت.

علت کاهش شدید عملکرد در شرایط حضور علف‌های هرز را می‌توان به قدرت رقابتی بالای علف‌های هرز بر سر منابع غذایی با گیاه زراعی نسبت داد. در بعضی از گیاهان، حضور علف‌های هرز در ابتدای فصل رشد باعث کاهش عملکرد گردید؛ در این زمینه در پژوهشی روی پنبه (*Gossypium herbaceum*) مشاهده شد که به‌دلیل کند بودن رشد اندام‌های هوایی پنبه در ابتدای فصل رشد، قابلیت رقابت پنبه با علف‌های هرز در این دوره کم بوده، لذا حضور علف‌های هرز در اوایل فصل رشد موجب کاهش بیشتر عملکرد پنبه شد (Salimi *et al.*, 2006).

جدول ٦- تجزیه واریانس اثر تیمارهای آزمایش بر وزن تر و خشک ساقه ریحان طی دو چین

Table 6- Analysis of variance of the effects of experimental treatments on Shoot fresh and dry weight of basil in two harvest

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی d.f	وزن تر ساقه Shoot fresh weight چین ۱ Harvest 1	وزن تر ساقه Shoot fresh weight چین ۲ Harvest 2	وزن خشک ساقه Shoot dry weight چین ۱ Harvest 1	وزن خشک ساقه Shoot dry weight چین ۲ Harvest 2
Block بلوک	2	871758.33	6688214.6	49144.17	323744.50
علف‌های هرز (A) Weeds (A)	1	67925208.33**	173812408.3*	1425472.40**	9809123.36**
خطای (a) Error (a)	2	48358.33	6792289.6	2787.42	41962.22
منابع کودی (B) Fertilizer sources (B)	7	10572551.19**	18922208.3**	299795.08**	291253.94**
A×B	7	1832675.0ns	3744027.4ns	54725.70ns	79000.12ns
Error خطا آزمایش	28	1113906.0	1926418.8	25770.94	84153.99
ضریب تغییرات (C.V.)	-	27.9	22.9	27.1	23.3

ns، * و **: به‌ترتیب نشان‌دهنده غیرمعنی‌داری و معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد می‌باشد.

ns, * and **: are non-significant and significant at 5 and 1% probability levels, respectively.

جدول ۷- مقایسه میانگین اثر تیمارهای آزمایش بر وزن تر و خشک ساقه ریحان طی دو چین

Table 7- Mean comparison of the effects of experimental treatments on shoot fresh and dry weight of basil in two harvest

	تیمار Treatment	وزن تر ساقه Shoot fresh weight (kg ha^{-1}) چین ۱ Harvest 1	وزن تر ساقه Shoot fresh weight (kg ha^{-1}) چین ۲ Harvest 2	وزن خشک ساقه Shoot dry weight (kg ha^{-1}) چین ۱ Harvest 1	وزن خشک ساقه Shoot dry weight (kg ha^{-1}) چین ۲ Harvest 2
منابع کودی Fertilizer sources	Control شاهد	1250.10 d	2173.33 c	190.53 e	921.32 b
	Chemical NPK NPK کود شیمیایی	3640.13 bc	6230.11 ab	636.90 bc	1338.14 a
	Humic acid اسید هیومیک	2423.32 cd	5103.35 b	382.37 d	908.96 b
	Animal manure کود حیوانی	4710.22 ab	6890.13 a	646.27 bc	1318.40 a
	NPK+ اسید هیومیک NPK + Humic acid	4573.35 ab	7710.11 a	799.80 ab	1427.81 a
	NPK+ کود حیوانی NPK + Animal manure	4623.31 ab	6453.34 ab	759.93 ab	1388.83 a
	محلول‌پاشی عناصر ماکرو و میکرو Macro and micro elements	3916.76 ab	6390.10 ab	498.87 cd	1194.84 ab
	کود حیوانی + اسید هیومیک Animal manure + Humic acid	5140.20 a	7593.35 a	836.23 a	1471.80 a
علف‌های هرز Weeds	Weed free با وجین	4974.17 a	7970.80 a	766.19 a	1698.29 a
	Weedy بدون وجین	2595.10 b	4165.10 b	421.53 b	794.18 b

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، از نظر آماری با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد با یکدیگر تفاوت معنی‌دار ندارند.

Means which follow the same letter are not statistically different at 5% probability level based on LSD test.

وزن تر و خشک کل ریحان

با توجه به نتایج به‌دست آمده، عملکرد تر و خشک کل در هر دو مرحله برداشت تحت تاثیر اثر ساده تیمار علف‌های هرز و تیمارهای کودی قرار گرفت؛ ولی برهمکنش دو تیمار تاثیر معنی‌داری بر این صفت نداشت (جدول ۸).

نتایج به‌دست آمده نشان داد که بیشترین وزن تر کل در چین اول (۱۱۵۲۷ کیلوگرم در هکتار) و دوم (۱۵۰۷۷ کیلوگرم در هکتار) مربوط به تیمار کود شیمیایی + اسید هیومیک بود. همچنین کمترین میزان وزن تر کل طی هر دو مرحله برداشت در تیمار عدم مصرف کود ملاحظه گردید (جدول ۹).

جدول ۸- تجزیه واریانس اثر تیمارهای آزمایش بر وزن تر و خشک کل ریحان طی دو چین

Table 8- Analysis of variance of the effects of experimental treatments on total fresh and dry weight of basil in two harvest

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی d.f	وزن تر کل Total fresh weight		وزن خشک کل Total dry weight	
		چین ۱ Harvest 1	چین ۲ Harvest 2	چین ۱ Harvest 1	چین ۲ Harvest 2
Block بلوک	2	1305869.0	7326689.6	61740.85	404794.92
علف‌های هرز (A) Weeds (A)	1	42574667.9**	678304033.3*	6870215.53**	23533722.0**
خطای (a) Error (a)	2	1076628.8	10896414.6	55034.88	86072.52
منابع کودی (B) Fertilizer sources (B)	7	52100537.9**	59472628.6**	958979.89**	591653.51**
A×B	7	94709240.0ns	11863500.0ns	130554.43ns	106081.48ns
Error خطا آزمایش	28	3897692.7	3597733	56902.03	113603.77
ضریب تغییرات (C.V.)	-	22.3	16.2	16.9	15.9

ns، * و **: به‌ترتیب نشان‌دهنده غیرمعنی‌داری و معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد می‌باشد.

ns, * and **: are non-significant and significant at 5 and 1% probability levels, respectively.

در چین اول از لحاظ آماری بین چهار تیمار کود شیمیایی + اسید هیومیک، کود حیوانی + اسید هیومیک، کود حیوانی و تیمار کود شیمیایی + کود حیوانی و در چین دوم بین سه تیمار کود شیمیایی + اسید هیومیک، کود حیوانی + اسید هیومیک و کود حیوانی اختلاف چندانی مشاهده نشد (جدول ۹). حضور علف‌های هرز وزن تر کل گیاه ریحان را در چین اول به میزان ۵۰/۳۱ درصد و در چین دوم به میزان ۴۸/۶۹ درصد کاهش داد (جدول ۹). بیشترین وزن خشک کل در چین اول (۱۸۲۲/۳۰ کیلوگرم در هکتار) و دوم (۲۴۲۶/۰۱ کیلوگرم در هکتار) مربوط به تیمار کود حیوانی + هیومیک بود (جدول ۹). همچنین کمترین وزن خشک کل در هر دو مرحله برداشت در تیمار شاهد ملاحظه شد (جدول ۹). عدم اعمال وجین نیز موجب کاهش چشمگیر وزن خشک کل ریحان در هر دو چین گردید؛ به گونه‌ای که این کاهش در چین اول به میزان ۴۲/۲۹ درصد و در چین دوم به میزان ۴۹/۵۸ درصد بود (جدول ۹).

در هر دو چین بیشترین میزان وزن تر کل در تلفیق کود شیمیایی اسید هیومیک به‌دست آمد (جدول ۹). تأثیر مثبت کاربرد کود شیمیایی بر وزن تر و خشک ریشه و ساقه در بسیاری از پژوهش‌ها گزارش شده است (Khan *et al*., 2016; Santos *et al*., 2016). استفاده از کود شیمیایی به‌دلیل افزایش جذب عناصر غذایی، به‌ویژه فسفر و نیتروژن و تأثیر آن بر بهبود فتوسنتز باعث افزایش تعداد برگ و افزایش تعداد شاخه جانبی می‌شود و در نتیجه احتمال شانس دریافت نور خورشید و به دنبال آن فتوسنتز بیشتر را در گیاهان مورد تیمار افزایش می‌دهد (Arvin, 2019) و در نهایت سبب شکل‌گیری و تولید زیست‌توده، وزن تر و خشک کل بیشتر می‌شود. اسید هیومیک موجب رشد اندام هوایی می‌شود که دلیل آن افزایش جذب عناصری نظیر نیتروژن، کلسیم، فسفر، پتاسیم، منگنز، آهن، روی و مس است. همچنین پلیمرهای اسید هیومیک توانایی به‌هم چسباندن ذرات معدنی خاک را داشته و ضمن ایجاد گرانول‌های درشت‌تر، فضای مناسب برای موجودات میکروسکوپی و ماکروسکوپی، نفوذ بیشتر هوا، آب و ریشه فراهم می‌کند. در نتیجه این پلیمرها یک عامل کلیدی در اصلاح ساختار خاک هستند (Sebastiano *et al*., 2005). به نظر می‌رسد اسید هیومیک با تولید بیشتر اسیدهای نوکلئیک و اسیدهای آمینه، تکثیر سلولی را در کل گیاه و به‌ویژه در ریشه‌ها افزایش می‌دهد (Bronick and Lai, 2005). محققین کاربرد اسید هیومیک بر گونه‌ای از ارزن (*Panicum amarum*) مورد بررسی قرار داده و نشان دادند اسید هیومیک می‌تواند بر رشد رویشی گیاه تأثیر مثبتی داشته باشد (Willis and Hester, 2008). همچنین نتایج بررسی اثر اسید هیومیک روی فلفل نشان داد که وزن تر و خشک بوته با کاربرد اسید هیومیک افزایش می‌یابد (Gulser *et al*., 2010). در همین راستا محققین گزارش کردند که بیشترین وزن تر و خشک برگ زعفران (*Crocus sativus* L.) به‌ترتیب در سطوح ۵ و ۱۰ لیتر در هکتار اسید هیومیک حاصل شد که نسبت به شاهد به‌ترتیب ۳۴/۸۸ و ۵۲/۶۳ درصد افزایش داشت (Ahmadi and Aminifard, 2017). در پژوهشی دیگر محققین اظهار داشتند که تداخل علف‌های هرز موجب کاهش چشمگیر وزن تر و خشک اندام هوایی رزماری گردید و اعمال منابع کودی مختلف تأثیر چندانی در کاهش اثر سوء تنش رقابتی نداشت. آن‌ها علت کاهش شدید عملکرد در شرایط حضور علف‌های هرز را به قدرت رقابتی بالای علف‌های هرز بر سر منابع غذایی با گیاه زراعی نسبت دادند (Sadegh *et al*., 2019). در پژوهشی دیگر محققین اظهار داشتند که کنترل علف‌های

هرز سبب شد تا فضای بیشتری برای رشد و گسترش نعناع فلفلی فراهم شود، در نتیجه گیاه توانست به وزن تر بالاتری برسد؛ زیرا وجود علف‌های هرز، سبب رقابت بر سر منابع شده و به تبع آن سبب کاهش رشد گیاه نعناع فلفلی می‌گردد (Gity and Raoofy, 2017). لذا کاهش عملکرد ریحان با افزایش طول دوره تداخل علف‌های هرز را می‌توان به حضور علف‌های هرز مرتبط دانست.

جدول ۹- مقایسه میانگین اثر تیمارهای آزمایش بر وزن تر کل، وزن خشک کل و عملکرد اسانس ریحان طی دو چین

Table 9- Mean comparison of the effects of experimental treatments on total fresh weight, total dry weight and oil yield of basil in two harvest

تیمار Treatment		وزن تر کل Total fresh weight weight (kg ha^{-1})		وزن خشک کل Total dry weight weight (kg ha^{-1})		عملکرد اسانس Oil yeild (kg ha^{-1})	
		چین ۱ Harvest 1	چین ۲ Harvest 2	چین ۱ Harvest 1	چین ۲ Harvest 2	چین ۱ Harvest 1	چین ۲ Harvest 2
منابع کودی Fertilizer sources	شاهد Control	3317 d	5487 e	628.81 e	1630.21 c	628.81 e	1630.21 c
	کود شیمیایی NPK Chemical NPK	8817 b	11870 b	1485.62 bc	2186.33 a	1485.62 bc	2186.33 a
	اسید هیومیک Humic acid	5708 c	8790 d	1044.50 d	1673.70 bc	1044.50 d	1673.70 bc
	کود حیوانی Animal manure	10657 ab	13300 abc	1628.51 ab	2326.31 a	1628.51 ab	2326.31 a
	NPK+ اسید هیومیک NPK + Humic acid	11527 a	15077 a	1693.61 ab	2362.32 a	1693.61 ab	2362.32 a
	NPK+ کود حیوانی NPK + Animal manure	10504 ab	12747 bc	1661.53 ab	2337.35 a	1661.53 ab	2337.35 a
	محلول‌پاشی عناصر ماکرو و میکرو Macro and micro elements	8830 b	11797 c	1321.32 cd	2050.41 ab	1321.32 cd	2050.41 ab
	کود حیوانی + اسید هیومیک Animal manure + Humic acid	11521 a	14387 ab	1822.30 a	2426.01 a	1822.30 a	2426.01 a
علف‌های هرز Weeds	با وجین Weed free	11838.30 a	15440.80 a	1789.09 a	2824.28 a	1789.09 a	2824.28 a
	بدون وجین Weedy	5881.82 b	7922.51 b	1032.44 b	1423.87 b	1032.44 b	1423.87 b

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، از نظر آماری با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد با یکدیگر تفاوت معنی‌دار ندارند.

Means which follow the same letter are not statistically different at 5% probability level based on LSD test.

درصد و عملکرد اسانس

با توجه به نتایج به‌دست آمده، درصد اسانس در هر دو برداشت تحت تاثیر تیمار رقابت با علف‌های هرز و منابع کودی و همچنین برهمکنش دو عامل فوق قرار گرفت، درحالی‌که تنها اثر ساده منابع کودی و علف‌های هرز بر عملکرد اسانس تاثیر معنی‌داری را از خود نشان داد (جدول ۱۰). نتایج نشان داد که در برداشت اول، بیشترین درصد اسانس مربوط به تیمار تلفیقی کود حیوانی و اسید هیومیک بدون وجین (۰/۸۹ درصد) بود، همچنین کمترین درصد اسانس در تیمار کود شیمیایی + اسید هیومیک باوجین (۰/۴۲ درصد) ملاحظه گردید که از لحاظ آماری با تیمارهای اسید هیومیک و محلول‌پاشی عناصر ماکرو و میکرو در شرایط عدم حضور علف‌های هرز تفاوت چندانی نشان نداد (شکل ۱). در چین دوم کمترین میزان اسانس مربوط به تیمار کود شیمیایی + اسید هیومیک با وجین (۰/۳۳ درصد) بود؛ در حالی‌که تیمار تلفیقی کود حیوانی و اسید هیومیک در شرایط تداخل علف هرز (۰/۸۲ درصد) دارای بیشترین اسانس بود (شکل ۱). بر اساس نتایج جدول مقایسه میانگین در چین اول، بیشترین عملکرد اسانس در تیمار تلفیقی کود حیوانی و اسید هیومیک (۱۱/۷۹ کیلوگرم در هکتار) مشاهده شد. همچنین کمترین عملکرد اسانس در تیمار شاهد (۳/۵۳ کیلوگرم در هکتار) رویت گردید که با تیمار اسید هیومیک در یک گروه آماری قرار گرفت (جدول ۹).

تداخل علف‌های هرز موجب کاهش عملکرد اسانس (۶/۶۹ کیلوگرم در هکتار) نسبت به شرایط کنترل علف‌های هرز (۸/۹۹ کیلوگرم در هکتار) شد (جدول ۹). همچنین در چین دوم نیز تیمار تلفیقی کود حیوانی و اسید هیومیک با عملکرد اسانس ۱۴/۹۵ کیلوگرم در هکتار، بالاترین و تیمار شاهد با عملکرد اسانس ۵/۹۹ کیلوگرم در هکتار) دارای پایین‌ترین میزان عملکرد اسانس بود که به لحاظ آماری با تیمار اسید هیومیک تفاوت چندانی نداشت (جدول ۹).

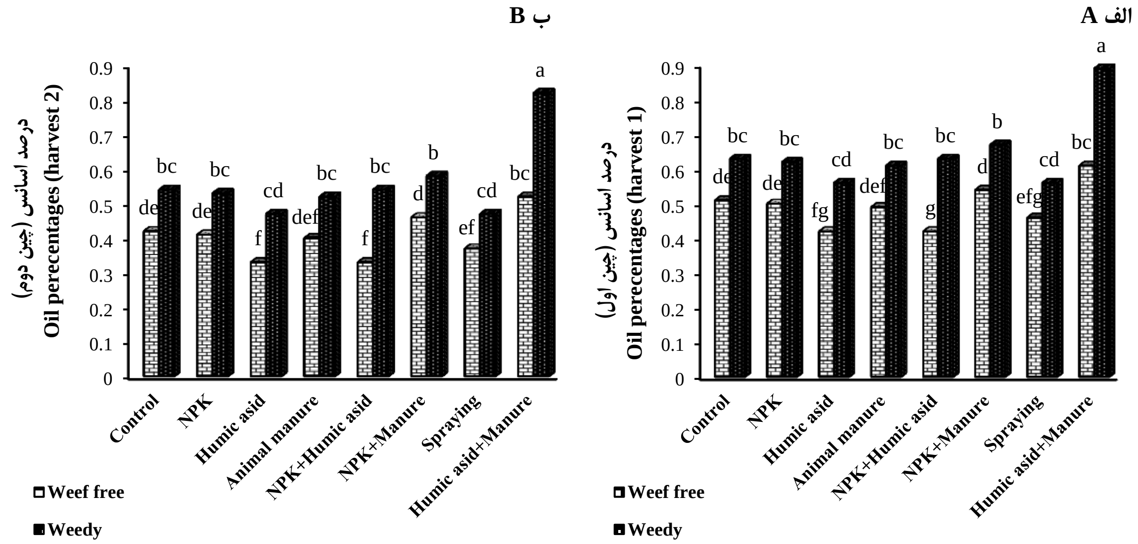
جدول ۱۰- تجزیه واریانس اثر تیمارهای آزمایش بر درصد و عملکرد اسانس ریحان طی دو چین

Table 10- Analysis of variance of the effects of experimental treatments on oil precentage and yeild of basil in two harvest

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی d.f	درصد اسانس Oil perecentages		عملکرد اسانس Oil yeild	
		چین ۱ Harvest 1	چین ۲ Harvest 2	چین ۱ Harvest 1	چین ۲ Harvest 2
بلوک Block	2	0.005	0.006	0.84	19.03
علف‌های هرز (A) Weeds (A)	1	0.27**	0.28**	63.36*	127.55**
خطای (a) Error (a)	2	0.0010	0.0015	3.10	4.40
منابع کودی (B) Fertilizer sources (B)	7	0.040**	0.042**	44.88**	45.94**
A×B	7	0.005*	0.006**	1.73ns	4.01ns
خطا آزمایش Error	28	0.0017	0.0017	1.60	3.33
ضریب تغییرات (C.V.)	-	7.3	8.6	18.6	18.6

ns، * و **: به‌ترتیب نشان‌دهنده غیرمعنی‌داری و معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد می‌باشد.

ns, * and **: are non-significant and significant at 5 and 1% probability levels, respectively.



شکل ۱- تاثیر تیمارهای آزمایش بر درصد اسانس ریحان در چین ۱ (الف) و چین ۲ (ب)

Figure 1- Influence experimental treatments on oil percentages of basil in harvest 1 (A) and harvest 2 (B)

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر مبنای آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد دارای تفاوت معنی‌داری نمی‌باشد.

Means which follow the same letter are not statistically different at 5% probability level based on LSD test.

به‌نظر می‌رسد یک اثر هم‌افزایی و تشدیدکننده در کاربرد توأم اسید هیومیک و کود دامی بر صفت مذکور در ریحان وجود داشته باشد. حضور اسید هیومیک در بستر کشت حاوی کود دامی، می‌تواند سبب بهبود فعالیت میکروارگانیزم‌ها شود و شرایط لازم را برای حلالیت فسفر از منبع کود دامی فراهم آورد و متعاقب آن دسترسی گیاه ریحان به فسفر را افزایش دهد و از آن‌جا که اسانس‌ها جزء ترکیب‌های ترپنوئیدی بوده و بیوسنتز واحدهای سازنده آن‌ها (ایزوپرنوئیدها) نیاز مبرم به ATP و NADPH دارند و حضور عناصری نظیر نیتروژن و فسفر برای تشکیل ترکیب‌های اخیر ضروری می‌باشد، از این‌رو مشارکت این دو کود می‌تواند منجر به بهبود بیشتر میزان اسانس نیز شود (Shirzadi *et al.*, 2014). معمولاً تنش‌های محیطی درصد روغن‌های اسانسی را در بیشتر گیاهان دارویی افزایش می‌دهد، چون در موارد استرس متابولیت‌های بیشتری تولید شده و این مواد باعث جلوگیری از عمل اکسیداسیون در

سلول می‌شوند. تا زمانی‌که آب و در نتیجه عناصر غذایی در دسترس گیاه است؛ گیاه ترجیحاً کربن را برای رشد اختصاص می‌دهد ولی با حضور علف‌های هرز میزان دسترسی به عناصر غذایی کمتر شده و رشد گیاه بیش از فتوسنتز محدود می‌شود و در نتیجه بخش بیشتری از مواد فتوسنتزی به تولید متابولیت‌های ثانویه و اسانس‌ها اختصاص می‌یابد (Farahani *et al.*, 2008).

تراکم کل علف‌های هرز

تراکم کل علف‌های هرز مزرعه در هر دو مرحله نمونه‌برداری تحت تاثیر معنی‌دار منابع کودی قرار گرفت (جدول ۱۱). در مرحله اول نمونه‌برداری، بیشترین و کمترین تراکم کل علف‌های هرز به‌ترتیب مربوط به تیمار شیمیایی (۴۹/۳۳ بوته در متر مربع) و شاهد (۱۸/۶۶ بوته در متر مربع) بوده است (شکل ۲-الف). بین دو تیمار کود شیمیایی و کود حیوانی تفاوتی از لحاظ آماری مشاهده نگردید (شکل ۲-الف). در مرحله دوم نمونه‌برداری تیمار کود شیمیایی (۳۶ بوته در متر مربع) بیشترین و تیمار محلول‌پاشی عناصر ماکرو و میکرو (۸ بوته در متر مربع) کمترین تراکم کل علف‌های هرز را به خود اختصاص داده است (شکل ۲-الف). همچنین در مرحله دوم از نمونه‌برداری بین تیمارهای محلول‌پاشی عناصر ماکرو و میکرو، شاهد و تیمار تلفیق کود حیوانی + اسید هیومیک از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (شکل ۲-الف).

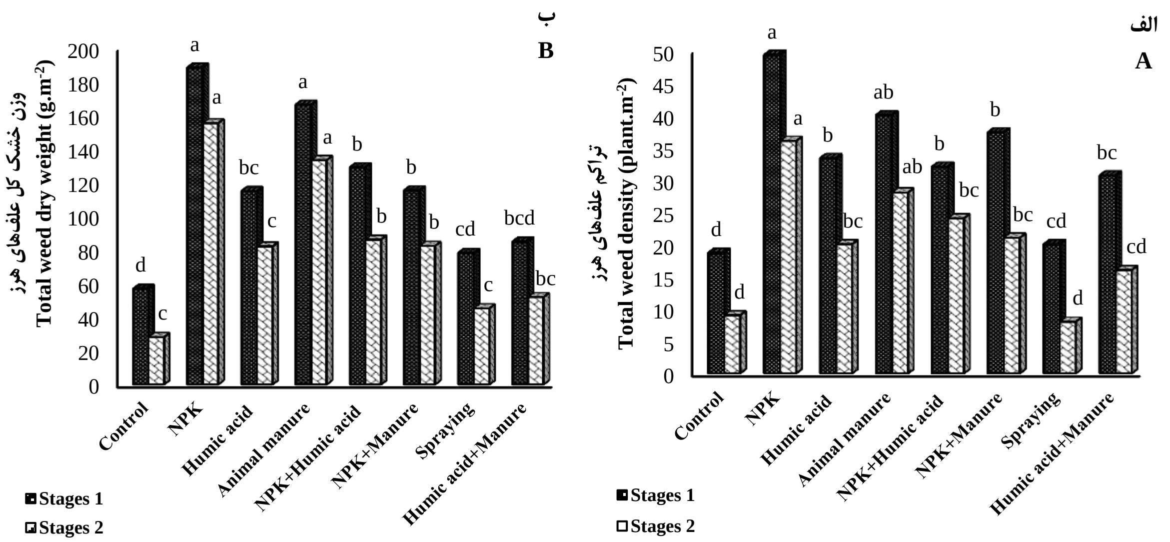
جدول ۱۱- نتایج تجزیه واریانس اثر منابع کودی مختلف بر تراکم کل و وزن خشک کل علف‌های هرز در دو مرحله

Table 11- Analysis of variance of the effects of different fertilizer sources on total density and total dry weight of weeds in two stages

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی d.f	تراکم کل علف‌های هرز Total weed density		وزن خشک کل علف‌های هرز Total weed dry weight	
		مرحله ۱ Stages 1	مرحله ۲ Stages 1	مرحله ۱ Stages 1	مرحله ۲ Stages 1
Rep تکرار	2	40.66	284.66	1834.39	1614.50
منابع کودی Fertilizer sources	7	261.71**	306.28**	5643.50**	5854.47**
Error خطا آزمایش	14	25.42	38.57	426.25	444.05
ضریب تغییرات (C.V.)	-	24.8	19.0	24.9	18.2

**: نشان‌دهنده معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد می‌باشد.

**: is significant at 1% probability levels.



شکل ۲- تاثیر منابع کودی مختلف بر تراکم کل (الف) و وزن خشک کل (ب) علف‌های هرز طی دو مرحله

Figure 2- Influence of different fertilizer sources on total density (A) and total dry weight (B) of weeds in two stages

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر مبنای آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد دارای تفاوت معنی‌داری نمی‌باشد.

Means which follow the same letter are not statistically different at 5% probability level based on LSD test.

وزن خشک کل علف‌های هرز

تیمار کودی تاثیر معنی‌داری بر وزن خشک کل علف‌های هرز در دو مرحله نمونه‌برداری داشته است (جدول ۱۱). بیشترین وزن خشک در مرحله اول نمونه‌برداری (۱۸۸/۲۵ گرم در متر مربع) و همچنین در مرحله دوم نمونه‌برداری (۱۵۵/۲۵ گرم در متر مربع) مربوط به تیمار شیمیایی بوده است که در هر دو مرحله از نمونه‌برداری با تیمار کود حیوانی تفاوت آماری چندانی نداشته است (شکل ۲-ب). تیمار شاهد در هر دو مرحله نمونه‌برداری کمترین وزن خشک را به خود اختصاص داد که با تیمارهای محلول‌پاشی عناصر ماکرو و میکرو و تیمار تلفیق کود حیوانی + اسید هیومیک تفاوت چندانی را از لحاظ آماری نشان نداد (شکل ۲-ب).

بررسی‌ها روی فراوانی کل علف‌های هرز نشان داد که در دو مرحله نمونه‌برداری، تمامی تیمارها اختلاف معنی‌داری را نشان دادند. نتایج به‌دست آمده بیانگر این مطلب بود که در هر دو مرحله از نمونه‌برداری، تیمار کود شیمیایی دارای بیشترین تراکم علف هرز بود. تغییر نوع منبع تغذیه‌ای علاوه‌بر این‌که رشد گیاهان را تحت تأثیر قرار می‌دهد؛ تراکم و فلور علف‌های هرز را نیز می‌تواند تحت تأثیر قرار دهد (Heshmatnia and Armin, 2016). در پژوهشی دیگر محققین گزارش کردند که مصرف کود دامی سبب افزایش تراکم و وزن خشک علف‌های هرز در مزارع ذرت شیرین (*Zea mays ssp. saccharata*) می‌گردد. این محققان معتقدند مصرف کود دامی سبب تسریع در سرعت جوانه‌زنی علف‌های هرز می‌شود (Efthimiadou *et al.*, 2012). طبق بررسی‌های صورت گرفته محققین گزارش کردند که افزایش فراهمی نیتروژن چه از نوع آلی و یا شیمیایی سبب افزایش تراکم علف‌های هرز، جذب مواد غذایی توسط علف‌های هرز و وزن خشک علف‌های هرز می‌شود که این افزایش در صورت مصرف کود شیمیایی در مقایسه با کود آلی بیشتر است (Ali *et al.*, 2015). کاهش وزن خشک و تراکم علف‌های هرز در صورت استفاده از کودهای آلی به جای شیمیایی توسط سایر محققین نیز گزارش شد (Abbasi *et al.*, 2015).

بررسی تجزیه واریانس وزن خشک کل علف‌های هرز در هر دو مرحله نمونه‌برداری، تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی معنی‌دار بود. شایان ذکر است که تیمار کود شیمیایی در هر دو مرحله از نمونه‌برداری رکورددار بیشترین وزن خشک علف هرز بود. افزایش وزن خشک علف‌های هرز در نظام کشت با مصرف کود شیمیایی به بیشتر بودن تعداد علف‌های هرز در این نظام مربوط است. علاوه‌بر این به نظر می‌رسد علف‌های هرز از نیتروژن موجود در خاک استفاده بیشتری نسبت به ریحان کرده باشند که این امر سبب افزایش وزن خشک علف‌های هرز شده است. نتایج آزمایشی نشان داد که تغییر شیوه مدیریت کود نیتروژن علاوه بر این‌که بر خصوصیات علف‌های هرز (مانند تراکم کل، وزن خشک کل و نوع گونه‌های علف هرز) اثر می‌گذارد؛ کارایی استفاده از نیتروژن را نیز در گندم (*Triticum aestivum* L.) تغییر خواهد داد (Ghalambaz *et al.*, 2013). استفاده از کودهای شیمیایی به دلیل فراهمی سریع عناصر غذایی و کارایی بالاتر علف‌های هرز در مقایسه با گیاهان زراعی در جذب کود شیمیایی نیتروژن، به نفع علف‌های هرز می‌باشد (Huggins and Pan, 2003). در نتیجه با جذب بیشتر نیتروژن معدنی توسط بوته‌های علف هرز، رشد رویشی (وزن خشک) بهتری خواهند داشت (Delfih *et al.*, 2015). اما در شرایطی که فقط از کودهای آلی استفاده شود؛ آزادسازی تدریجی عناصر غذایی در محیط بیشتر به نفع گیاه زراعی می‌باشد (Davis and Liebman, 2001) که نتیجه این حالت، افزایش توان رقابتی ریحان با علف هرز بوده است. در یک پژوهش، افزایش فراهمی نیتروژن، تراکم علف هرز خردل وحشی (*Sinapis arvensis*) را در محیط افزایش داد که نتیجه‌ی آن کاهش عملکرد دانه گندم بود. در حقیقت رقابت خردل وحشی باعث کاهش میزان تأثیرگذاری کود نیتروژن بر افزایش عملکرد دانه گندم شد، اما در مقابل رشد بخش‌های هوایی و ریشه‌ی علف هرز خردل وحشی با فراهمی نیتروژن افزایش یافت (Behdarvand *et al.*, 2012).

نتیجه‌گیری

در مجموع استفاده از کودهای آلی به‌صورت تلفیق با سایر کودها ضمن بهبود خصوصیات بیوشیمیایی و همچنین عملکرد گیاه ریحان، موجب کاهش مصرف کودهای شیمیایی و در پی آن کاهش هزینه‌های تولید ناشی از مصرف کودهای شیمیایی می‌گردد، لذا یکی از راهبردهای مهم برای نیل به کشاورزی پایدار محسوب می‌شود. باتوجه به نتایج این پژوهش مبنی بر کاهش تراکم و وزن خشک علف‌های هرز در تیمار کودهای آلی، می‌توان این‌گونه بیان داشت که مصرف کودهای آلی ضمن تاثیر مثبت بر خصوصیات کمی و کیفی گیاهان دارویی، می‌تواند خسارت علف‌های هرز را تا حدودی کمتر گرداند؛ در نتیجه نیاز به مصرف علف‌کش‌ها نیز کاهش می‌یابد؛ که در این تحقیق تلفیق کود حیوانی و اسید هیومیک به خوبی توانسته جایگزین استفاده از کودهای شیمیایی در تولید گیاه دارویی ریحان گردند و همچنین خسارت ناشی از علف‌های هرز را تا حدی تعدیل سازد.

References

1. Abbasi, H., AghaAlikhani, M., and Hamzei, J. 2015. Interaction between black plastic mulch, irrigation interval

and bio-fertilizers on weeds biomass and yield of naked-seeds pumpkin. Agroecology 5 (1): 102-113. (in Persian).

2. Ahmad, Y. M., Shahlaby, E. A., and Shnan, N. T. 2011. The use of organic and inorganic cultures in improving vegetative growth, yield characters and antioxidant activity of roselle plants (*Hibiscus sabdariffa* L.). African Journal of Biotechnology 10: 1988-1996.
3. Ahmadi, F., and Aminifard, M. H. 2017. Effects of foliar spraying humic acid on some morphological characteristics and flower yield of saffron (*Crocus sativus* L.). Journal of Saffron Research 6 (1): 17-26. (in Persian).
4. Ali, K., Arif, M., Ullah, W., Ahmad, W., Khan, M., Ayeni, L., Amin, M., and Jehangir, M. 2015. Influence of organic and inorganic amendments on weeds density and chemical composition. Pakistan Journal of Weed Science Research 21: 47-57.
5. Aminifard, M. H., Aroiee, H., Azizi, M., Nemati, H., and Jaafar Hawa, Z. E. 2012. The influence of compost on antioxidant activities and quality of hot pepper (*Capsicum annuum* L.). National Congress on Medicinal Plants, Kish Island. Iran.
6. Arvin, P. 2019. Study of different levels of nitrogen, phosphorus and potassium on physiological and morphological parameters and essential oils in savory plant (*Satureja hortensis* L.). Journal of Plant Research 32 (2): 260-279. (in Persian).
7. Ayyobi, H., Olfati, J. A., and Peyvast, G. A. 2014. The effects of cow manure vermicompost and municipal solid waste compost on peppermint (*Mentha piperita* L.) in Torbat-e-Jam and Rasht regions of Iran. International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture 3 (4): 147-153. https://doi.org/10.1007/s40093-014-0077-8.
8. Azeez, J. O., Van Averbeke, W., and Okorogbona, A. O. M. 2010. Differential responses in yield of pumpkin (*Cucurbita maxima* L.) and nightshade (*Solanum retroflexum* Dun.) to the application of three animal manures. Bioresource Technology 101: 2499-2505. https://doi.org/10.1016/j.biortech.2009.10.095.
9. Behdarvand, P., Chinchanikar, G., and Dhumal, K. 2012. Influences of different nitrogen levels on competition between spring wheat (*Triticum aestivum* L.) and wild mustard (*Sinapis arvensis* L.). Journal of Agricultural Science 4 (12): 134-139. DOI: 10.5539/jas.v4n12p134.
10. Bronick, E. J., and Lai, R. 2005. Soil structure and management: A review. Geoderma 124: 3-22. https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2004.03.005.
11. Burits, M., and Bucar, F. 2000. Antioxidant activity of *Nigella sativa* essential oil. Phytotherapy Research 14 (5): 323-328. https://doi.org/10.1002/1099-1573(200008)14:5<323::AID-PTR621>3.0.CO;2-Q.
12. Chalchat, J. C., and Ozcan, M. M. 2008. Comparative essential oil composition of flowers, leaves and stems of basil (*Ocimum basilicum* L.) used as herb. Food Chemistry 110: 501-503. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.02.018.
13. Chang, C., Yang, M., Wen, H., and Chern, J. 2002. Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods. Journal of Food Drug Analysis 10: 178-182. https://doi.org/10.38212/2224-6614.2748.
14. Charbandi, S., Zaefarian, F., Akbarpour, V., and Kaveh, M. 2022. Reaction of sweet basil (*Ocimum bacilicum* L.) to different fertilizing system in an agroecosystem. Journal of Horticultural Science 35 (4): 535-547.
15. Daur, I., and Bakhashwain, A. A. 2013. Effect of humic asid on growth and quality of maize fodder production. Pakistan Journal of Botany 45: 21-25.
16. Davis, A., and Liebman, M. 2001. Nitrogen source influences wild mustard growth and competitive effect on sweet corn. Weed Science 49: 558-566. https://doi.org/10.1614/0043-1745(2001)049[0558:NSIWMG]2.0.CO;2.
17. Dehghanian, H., and Nasrollahzadeh, H. 2014. Effect of plant density and weed interference on morphological characteristics and yield of corn (*Zea mays* L.). International Journal of Advanced Biological and Biomedical Research 2: 2225-2229.
18. Delfih, M. R., Modarres Sanavi, A. M., and Farhoudi, R. 2015. Effect of different nitrogen nutritional systems on yield and competition ability of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) against mallow (*Malva* spp.). Iranian Journal of Weed Research 7 (2): 71-86. (in Persian).
19. Dolatabadi, A., Masoud Sinaki, J., Abbaspour, H., and Ebadi, A. 2011. Effect of manure and foliar application of humic acid on morphological and physiological traits of wheat. Plant Ecophysiology 3 (6): 28-38. (in Persian).
20. Efthimiadou, A., Froud-Williams, R., Eleftherochorinos, I., Karkanis, A., and Bilalis, D. 2012. Effects of organic and inorganic amendments on weed management in sweet maize. International Journal of Plant Production 6 (3): 291-308.
21. El-Nemr, M. A., El-Desuki, M., El-Bassiony, A. M., and Fawzy, Z. F. 2012. Response of growth and yield of cucumber plants (*Cucumis sativus* L.) to different foliar applications of humic acid and biostimulators. Australian Journal of Basic and Applied Sciences 6: 630-637.
22. El-Sherbeny, S. E., Hendawy, S. F., Youssef, A. A., Naguib, N. Y., and Hussein, M. S. 2012. Response of turnip (*Brassica rapa*) plants to minerals or organic fertilizers treatments. Journal of Applied Sciences Research 8: 628-634.
23. Emad, M. 2008. Identification of Medicinal, Industrial, Forest and the Pasture Plants, and their Use Cases. Volume

I, Publications Rural Development. Serdang 43400 Selangor Darul Ehsan Malaysia.
24. Emami Bistgani, Z., Siadat, S. A., Bakhshandeh, A., and Ghasemi Pirbaloti, A. 2015. Effects of chemical and organic fertilizers and chitosan on physiological traits and phenolic compound amounts in thyme (*Thymus deanensis* Celak) in Shahrekord region. Journal of Crop Production Research 7 (1): 11-26. (in Persian).
25. Farahani, H. A., Valadabadi, A., and Rahmani, N. 2008. Effects of nitrogen on oil yield and its component of calendula (*Calendula officinalis* L.) in drought stress conditions. Africa J. Trad, Complement Altern med, Abstracts of the World Congress on Medicinal and Aromatic Plants, Cape Town November, 364p.
26. Faramarzi, Sh., and Ahmadi, A. 2015. The evaluation of allelopathic effects of sunflower (*Helianthus annuus* L.) aquatic extract on enzyme activity of wild barley (*Hordeum spontoneum* L.) and barnyardgrass (*Echinochloa crusgalli* (L.) Beauv) seedling. Applied Research of Plant Ecophysiology 2 (1): 81-90. (in Persian).
27. Fathi A., Tahmasebi, A., and Teimoori, N. 2016. Effect of sowing date and weed interference on chickpea seed quantitative and traits in genotypes under dryland conditions. Iranian Journal of Dryland Agriculture 5 (2): 135-156. (in Persian).
28. Gad El-Hak, S. H., Ahmed, A. M., and Moustafa, Y. M. M. 2012. Effect of foliar application with two antioxidants and humic acid on growth, yield and yield components of peas (*Pisum sativum* L.). Journal of Horticultural Science and Ornamental Plants 4: 318-328. DOI: 10.5829/idosi.jhsop.2012.4.3.262.
29. Gayathri, B., and Srinivasamurthy, C. A. 2016. Effect of different levels and sources of humic acid extracted from organic wastes on soil properties, growth, yield and nutrient uptake by maize. Mysore Journal of Agricultural Sciences 50 (2): 463-468.
30. Ghalambaz, S., Aynehband, A., and Moezzi, A. A. 2013. Evaluation of relation between weed population and nitrogen use efficiency in wheat as affected by integrated fertilizer management. Agroecology 5 (4): 473-482. (in Persian).
31. Ghorbanali, M., Saadatmand, L., and Nikan, M. 2011. The effects of natural habitat on polyphenol flavonoids, anthocyanin and its related antioxidant activity in Silverberry. The first national conference on modern topics in agriculture, Islamic Azad University Saveh. (in Persian).
32. Gity, S., and Raoofy, M. 2017. Yield, essential oil and some morphological characteristics of peppermint (*Mentha piperita* L.) influenced by hand weeding and plant density. Agricultural Science and Sustainable Production 27 (1): 14-23.
33. Gulser, F., Sonmez, F., and Boysan, S. 2010. Effects of calcium nitrate and humic acid on pepper seed ling growth under saline condition. Journal of Environmental Biology 31 (5): 873-876.
34. Herms, D. A., and Mattson, W. J. 1992. The dilemma of plants to grow or defend. The Quarterly Review of Biology 67: 283-335. https://doi.org/10.1086/417659.
35. Heshmatnia, M., and Armin, M. 2016. Effects of weed interference duration on yield and yield components of chickpea (*Cicer arietinum*) in two different production system. Journal of Crop Production 9 (1): 25-47: (in Persian).
36. Huggins, D. R., and Pan, W. L. 2003. Key indicators for assessing nitrogen use efficiency in cereal-based agroecosystems. Journal of Crop Production 8 (1-2): 157-186. https://doi.org/10.1300/J144v08n01_07.
37. Hussain, Z., Marwat, K. B., Cardina, J., and Khan, I. A. 2014. *Xanthium strumarium* L. impact on corn yield and yield components. Turkish Journal of Agriculture and Forestry 38: 39-46.
38. Heidarzadeh, S., and Jalilian, J. 2020. The effect of fertilizers and cover crops on alfalfa control and some quality characteristics of safflower (*Carthamus tinctorius*). Iranian Journal of Field Crop Science 51 (2): 105-120. (in Persian). DOI: 10.22059/IJFCS.2019.223288.654231.
39. Kavurmaci, Z., Karadavut, U., Kokten, K., and Bakoglu, A. 2010. Determining critical period of weed-crop competition in faba bean (*Vicia faba*). International Journal of Agriculture and Biology 12: 318-320.
40. Khan, M. A., Sharmaand, V., and Shukla, R. K. 2016. Response of sunflower (*Helianthus annuus* L.) to organic manure and biofertilizer under different levels of mycorrhiza and sulphur in comparison with inorganic fertilizer. Journal of Crop and Weed 12 (1): 81-86.
41. Khorramdel, S., Rezvani Moghaddam, P., Asadi, Gh. A., Seyyedi, S. M., and Azizi, H. 2015. Effects of different levels of animal manure and bulb weights on yield and yield components of caraway (*Bunium persicum* Bioss.). Plant Production Research 22 (4): 133-155. (in Persian).
42. Lorenzo, P., Palomera-Pe´rez, A., Reigosa, M. J., and Gonzal, L. 2011. Allelopathic interference of invasive *Acacia dealbata* Link. on the physiological parameters of native understory species. Plant Ecology 212: 403-411. https://doi.org/10.1007/s11258-010-9831-9.
43. Mckey, D. 1979. The distribution of secondary compounds within plants. In: Rosenthal G.A., Janzen D.H., editors, Herbivores: their interaction with secondary plant metabolites. New York: Academic Press.
44. Mullera, V., Lankesa, C., Zimmermannb, B. F., Nogaa, G., and Hunschea, M. 2013. Centelloside accumulation in leaves of *Centella asiatica* is determined by resource partitioning between primary and secondary metabolism while influenced by supply levels of either nitrogen, phosphorus or potassium. Journal of Plant Physiology 170: 1165-1175. https://doi.org/10.1016/j.jplph.2013.03.010.

45. Najafpour Navaei, M., and Shariat, A. 2017. A study on ionomic indices of *Zataria multiflora* Boiss.: an iranian native medicinal plant. Medicinal and Aromatic Plants 33 (5): 812-819. (in Persian).
46. Nguyen, P. M., Kwee, E. M., and Niemeyer, E. D. 2010. Potassium rate alters the antioxidant capacity and phenolic concentration of basil (*Ocimum basilicum* L.) leaves. Food Chemistry 123 (4): 1235-1241. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.05.092.
47. Nourihoseini, M., Khorassani, R., Astaraei, A. R., Rezvani Moghadam, P., and Zabihi, H. R. 2016. Effect of different fertilizer resources and humic acid on some morphological criteria, yield and antioxidant activity of black zira seed (*Bunium persicum* Boiss). Applied Field Crops Research 29 (4): 87-104. (in Persian). DOI:10.22092/AJ.2017.110251.1150.
48. Omidbaigi, R. 2000. Production and processing of medicinal plants, Volume 3. Astan Quds Razavi.
49. Oracz, K., Bailly, C., Gniazdowska, A., Côme, D., Corbineau, D., and Bogatek, R. 2007. Induction of oxidative stress by sunflower phytotoxins in germinating mustard seeds. Journal of Chemical Ecology 33: 251-264. https://doi.org/10.1007/s10886-006-9222-9.
50. Peterson, D. M., Emmons, C. L., and Hibbs, A. 2001. Phenolic antioxidant activity in pearling fractions of oat groats. Cereal Science 33 (1): 97-103. https://doi.org/10.1006/jcrs.2000.0347.
51. Pirasteh Anosheh, H., Emam, Y., and Jamali Ramin, F. 2010. Comparative effect of biofertilizers with chemical fertilizers on sunflower (*Helianthus annuus* L.) growth, yield and oil percentage in different drought stress levels. Agroecology 2 (3): 492-501. (in Persian).
52. Rahbarian, P. 2014. Effects of manure on growth medical plant in dragonhead (*Dracocephalum moldavica*). European Journal of Experimental Biology 4 (2): 357-360.
53. Rajpar, I., Bhatti, M. B., Zia-Ul, H., Shah, A. N., and Tunio, S. D. 2011. Humic asid improves growth, yield and oil content of *brassica compestris* L.. Pakistan Journal of Agricultural Engineering and Veterinary Sciences 27: 125-133.
54. Sadegh, M., Zaefarian, F., Akbarpour, V., and Emadi, M. 2019. Effect of fertilizer sources on physiological and biochemical traits of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) in competition with weeds. Journal of Plant Production Research 25 (4): 67-84 (in Persian). DOI: 10.22069/JOPP.2018.14131.2268.
55. Sahoo, S. 2001. Conservation and utilization of medicinal and aomatic plants. Allied publishers, New Delhi, p 423.
56. Salimi, H., Attari, A. R., and Rahimian Mashhadi, H. 2006. Determination of critical period of weed control in cotton fields (*Gossypium herbaceum*). Journal of Applied Entomology and Phytopathology 74 (1): 47-64. (in Persian).
57. Santos, O. S. N., Teixeira, M. B., Queiroz, L. M., Fadigas, F. S., Silva Paz, V. P., Silva, A. J., and Kiperstok, A. 2016. Accumulation of NPK and development of bermuda grass irrigated with human urine. Revista Brasileira de Agroecologia 11 (3): 164-171.
58. Sebastiano, D., Roberto, T., Ersilio, D., and Arturo, A. 2005. Effect of foliar application of N and humic acids on growth and yield of durum wheat. Journal of Agriculture Research 25: 183-191.
59. Shizadi, F., Ardakani, M. R., and Asadi Rahmani, H. 2014. Investigation of the effect of vermicompost and biological fertilizers on some quantitative characteristics of basil (*Ocimum bacilicum* L.). Journal of Agroecology 6 (3): 542-551. (in Persian).
60. Turan, M. A., Asik, B. B., Katkat, A. V., and Celik, H. 2011. The effects of soil-applied humic substances to the dry weight and mineral nutrient uptake of maize plants under soil salinity conditions. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca 39: 171-177. https://doi.org/10.15835/nbha3915812.
61. Valifard, M., Mohsenzadeh, S., Kholdebarin, B., and Rowshan, V. 2014. Effects of salt stress on volatile compounds, total phenolic content and antioxidant activities of *Salvia mirzayanii*. South African Journal of Botany 93: 92-97. https://doi.org/10.1016/j.sajb.2014.04.002.
62. Vojodi Mehrabani, L., Valizadeh Kamran, R., and Hassanpouraghdam, M. B. 2017. The effects of relative substitution of organic fertilizers on elementes content, some physiological traits and yield of *Lepidium sativum* L.. Agriculture Sciencs and Sustainable Production 27 (3): 63-72. (in Persian).
63. Willis, J., and Hester, M. 2008. Evaluation of enhanced panicum amarum establishment through fragment plantings and humic acid amendment. Journal of Coastal Research 2: 263-268. https://doi.org/10.2112/06-0669.1.
64. Yang, Y. H., Jiang, P. A., Ai, E. K., and Zhou, Y. Q. 2005. Effects of planting *Medicago sativa* L. on soil fertility. Arid Land Geography 28: 48-59.
65. Yuan, T., Wang, J., Sun, X., Yan, J., Wang, Z., and Niu, J. 2017. Effect of combined application of humic acid and nitrogen fertilizer on nitrogen uptake, utilization and yield of winter wheat. Chinese Journal of Eco-Agriculture 3: 74-82.